



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 932 208 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(51) Int. Cl. 6: H01L 41/09

(21) Anmeldenummer: 98109358.6

(22) Anmeldetag: 22.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
 MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
 AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 17.12.1997 DE 29722319 U

(71) Anmelder:
 CERA Handelsgesellschaft mbH
 D-87640 Bliessenhofen (DE)

(72) Erfinder: Loh, Walter
 87600 Kaufbeuren (DE)

(74) Vertreter:
 Kern, Wolfgang, Dipl.-Ing.
 Patentanwälte Kern, Brehm & Partner GbR,
 Albert-Rosshaupter-Strasse 73
 81369 München (DE)

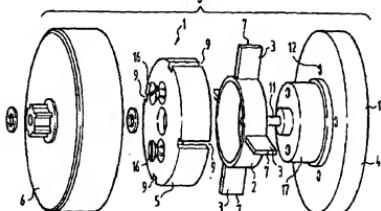
(54) Piezoelektrischer Motor

(57) Piezoelektrischer Motor, bestehend aus einem Stator mit an ihm angebrachtem piezoelektrischen Oszillator, der mit einer Anordnung zur Spannungsbereitstellung in Verbindung steht und von einem Fassungskörper abgedeckt ist, sowie aus einem Rotor, der mit dem Oszillator in Reibschlußverbindung steht und dadurch von letzterem antriebbar ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, den bekannten piezoelektrischen Motor so weiter zu entwickeln, daß seine Funktionsstüchtigkeit verbessert und seine Lebensdauer verlängert werden.

Dies wird dadurch erreicht, daß von den drei Teilen, nämlich Stator (4), Fassungskörper (5) und Rotor (6), wenigstens der Rotor (6) aus einer thermoplastischen Verbundwerkstoffmasse mit einem Glasfaseranteil und/oder mineralischen Füllstoffanteil besteht, die ein teilkristallines Polymer bildet, das eine kristalline Phase mit regelmäßig im Raum angeordneten Makromolekülen und eine amorphe Phase aus einem ungeordneten Zustand befindlichen Makromolekülen aufweist, und im Spritzgußverfahren hergestellt ist.

Fig.1



EP 0 932 208 A1

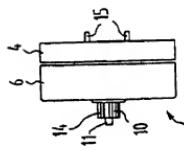
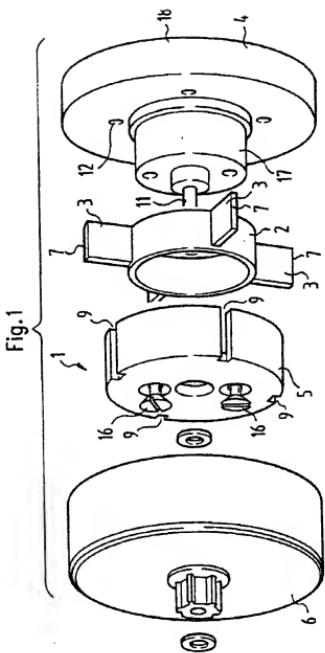


Fig. 2

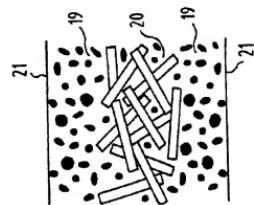


Fig. 3

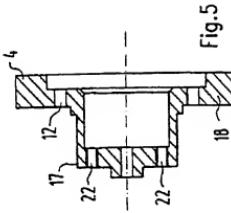


Fig. 4

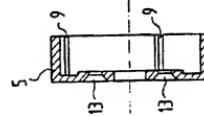
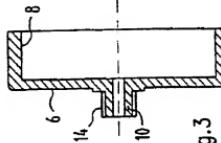


Fig. 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Motor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige piezoelektrische Motoren sind aus der DE 44 38 876 A1 bekannt.

[0003] Derartige Motoren, die auch als Wanderwellenmotoren bezeichnet werden, beruhen auf dem Prinzip der Umwandlung elektrischer Energie in die Drehbewegung eines Rotors mit Hilfe piezoelektrischer Oszillatoren.

[0004] Im Laufe der Weiterentwicklung derartiger Motoren ist es immer wieder gelungen, ihre Konstruktion zu vereinfachen und eine höhere Funktionsicherheit zu schaffen, wobei sich über den Umfang des Oszillatorkörpers ausbreitende Longitudinalwellen erzeugt werden, die den Oszillatorkörper in einem ständigen elastischen Kontakt mit dem Rotor halten und aufgrund der Bewegung der Welenpunkte auf einer Kreisbahn im Oszillatorkörper auf den Rotor ein Drehmoment übertragen, das zum Antrieb beliebiger an den Rotor angeschlossener zu bewegender Teile dient. Dabei ist für die Betriebssicherheit bzw. den Wirkungsgrad eines solchen Motors von entscheidender Bedeutung, daß zwischen der Rotoroberfläche und der an diesem anliegenden Oberfläche des Oszillators eine Reibungs- bzw. Klemmwirkung erzeugt wird, die das Entstehen maximaler Drehmomente ermöglicht, welche nur durch die Materialbeständigkeit der Kontaktflächenmaterialien begrenzt werden.

[0005] Es hat sich nun gezeigt, daß die Kontaktfläche des Oszillators, zu dessen Fertigung Piezokeramik mit hoher mechanischer Güte verwendet wird, bei dem eingangs genannten Motor mit einer dünnen abrieblesten Schicht bedeckt wird, um den gewünschten Reibschuß zwischen Oszillator und Rotoroberfläche herzustellen und über eine möglichst lange Zeitspanne aufrecht zu erhalten. Beim Anpressen der Oberfläche des Rotors an die Oberfläche des Oszillators übertragen die sich auf einer geschlossenen Kreisbahn bewegenden Punkte des Oszillators dann durch Reibung ein Drehmoment auf den Rotor, was diesen zur Drehung veranlaßt. Obgleich als Reibsicht eine Keramikschicht auf Al_2O_3 -Basis bzw. eine Metallschicht beispielsweise aus groben Cr, Ni, W oder deren Verbindungen mit einem anderen Element zur Erzielung einer hohen Abriebfestigkeit der Schicht verwendet wurde sowie zur Ermöglichung eines hohen Reibungskoeffizienten, läßt diese Abriebfestigkeit dennoch zu wünschen übrig und ist jedenfalls nicht so geartet, daß derartige Motoren diesbezüglich als langezeitbeständig bzw. verschleißfest anzusehen sind.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, den bekannten piezoelektrischen Motor so weiter zu entwickeln, daß seine Funktionsdichtigkeit verbessert und seine Lebensdauer verlängert werden.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß von den drei Teilen, nämlich Stator, Fas-

sungskörper und Rotor, wenigstens der Rotor aus einer thermoplastischen Verbundwerkstoffmasse mit einem Glasfaseranteil und/oder mineralischen Füllstoffanteil besteht, die ein teilkristallines Polymer bildet, das eine kristalline Phas mit regelmäßig im Raum angeordneten Makromolekülen und eine amorphe Phase aus in einem ungeordneten Zustand befindlichen Makromolekülen aufweist, und im Spritzgußverfahren hergestellt ist.

[0008] Es ist nun zwar aus der eingangs genannten DE 44 38 876 A1 bereits bekannt, Bestandteile des Motors mit Ausnahme des Oszillators im Gleitverfahren aus Plastematerial zu fertigen, jedoch sind bisher über Beschaffenheit und Zusammensetzung derartiger Plastematerialien keine Angaben gemacht worden, so daß der Fachmann in diesem Punkt auch nicht auf brauchbare Vorschläge zurückgreifen konnte. Andererseits ist ohne weiteres einsehbar, daß die Beschaffenheit eines solchen Plastematerials von entscheidender Bedeutung für die Lebensdauer beispielsweise des Rotors ist, da dieser in ständiger dynamischer Reibberührung mit dem Rotor steht, um letzteren anzu treiben.

[0009] Es wurde festgestellt, daß insbesondere der Rotor ein verstärker duroplastischer Kunststoff der bezeichneten Art als Werkstoff mit der verlangten Dauерstandfestigkeit für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet ist, da er eine sehr hohe Steifigkeit, verbunden mit hoher Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Beanspruchungen sowie eine geringe Schwingung beim Spritzgießen und einen sehr niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, verbunden mit guten thermomechanischen Eigenschaften aufweist und dem aus ihm hergestellten Rotorkörper eine ausgezeichnete Oberflächenbeschaffenheit gibt.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Zusammenstellungszeichnung der wesentlichen Teile des erfindungsgemäßen piezoelektrischen Motors vor seiner Montage.

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht des zusammengebauten Motors,

Fig. 3 eine Radialschnittansicht des Rotors,

Fig. 4 eine Radialschnittansicht des Fassungskörpers,

Fig. 5 eine Radialschnittansicht des Stators des erfindungsgemäßen piezoelektrischen Motors und

Fig. 6 einen schematischen Querschnittsaufbau des Verbundwerkstoffes im Bereich der Rotorwand.

[0012] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht der piezoelektrische Motor 1 aus vier Hauptteilen nämlich dem Stator 4, dem Oszillator 2, dem Fassungskörper 5 und dem Rotor 6, die im zusammengebauten Zustand, der aus Fig. 2 ersichtlich ist, ineinandergesetzt und miteinander verbunden sind. Der Oszillator 2 ist aus einem piezoelektrischen Material gefertigt und bildet einen ring, aus dessen äußerer Oberfläche Lamellen 3 herausragen und der auf einer zentrische, zylindrische Auskragung 17 des Stators 4, der eine zylindrische Scheibe 18 bildet, aufgesteckt wird. Der Stator 4 ist insgesamt ein zylindrisch geformter Hohlkörper, wie aus Fig. 5 ersichtlich, bestehend aus Polyamid mit einem 20- bis 30%igen Glasfaseranteil, und ist im Spritzgußverfahren gefertigt worden.

[0013] Der Fassungskörper 5 ist ebenfalls ein zylindrischer Hohlkörper in Form einer Schale, wie aus Fig. 4 hervorgeht, und weist in seiner zylindrischen Wandung axial parallele Schlitze 9 auf, durch die beim Aufstecken des Fassungskörpers auf den Oszillator 2 und damit auch auf die Auskragung 17 des Stators 4 die Lamellen 3 des Oszillators hindurchtreten. Der Fassungskörper besteht gleichfalls aus einem glasfaser verstärkten Polyamid, wobei der Glasfaseranteil ebenfalls zwischen 20 und 30 Vol.-% betragen kann und ist wie der Stator 4 im Spritzgußverfahren hergestellt. Er wird mit Hilfe der Schrauben 16, die in den Boden des Fassungskörpers befindliche Löcher 13 durchgreifen und in die Gewindebohrungen 22 der Auskragung 17 eingreifen, auf dem Stator 4 befestigt.

[0014] Die so miteinander verbundenen Teile, nämlich Stator 4, Oszillator 2 und Fassungskörper 5 werden dann mit dem Rotor 6 zusammengebaut, der ebenfalls als zylindrischer, schalenförmiger Hohlkörper ausgebildet ist, wie aus Fig. 3 ersichtlich, und aus einer thermoplastischen Verbundwerkstoffmasse auf der Basis von Polyamid im Spritzgußverfahren hergestellt ist und einen E-Modul von bis zu 23 GPa bei 20 °C, eine Biegefestigkeit bis zu 400 MPa bei 20 °C, einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, vergleichbar dem von Metallen, einen Elastizitätsmodul im Beugeversuch von bis zu 7 GPa bei 140 °C und eine geringe Kriechneigung aufweist, letztere gekennzeichnet durch eine bleibende Verformung nach 1.000stündiger Belastung bei 50 MPa und 50 °C von unter 1 %.

[0015] Die Innenwandoberfläche 8 des Rotors 6 weist eine Struktur auf, die entweder beim Spritzgießen dieses Teils hergestellt wird oder später durch eine mechanische Bearbeitung und dazu dient, zwischen dem Rotor 6 und dem piezoelektrischen Oszillator 2 bzw. seinen Lamellen 3 eine Reibungskraft übertragen zu können, durch die auf den Rotor ein Drehmoment übertragen wird. Diese Innenwandstruktur besteht aus einer Riffelung und/oder Sägezähnung und/oder Nutung

und/oder Lochung und dgl. und ist mit den Außenrändern 7 der Lamellen 3 des Oszillators im zusammengebauten Zustand des piezoelektrischen Motors 1 in kraftübertragender Reibschlußverbindung, so daß die von dem Oszillator 2, der mit einer Anordnung zur Bereitstellung einer elektrischen Spannung über die Anschlüsse 15 in Verbindung steht, erzeugten Schwingungen in eine Drehbewegung des Rotors umgesetzt werden.

[0016] Der Rotor 6 wird im zusammengebauten Zustand des Motors von einer Achse 11 des Stators 4 durchgriffen und weist eine mit der Außenseite des Bodens des zylindrischen Körpers des Rotors 6 verbundenes Zahnrämenrad 14 auf, dessen Zähne 10 zwecks Übertragung der Antriebskraft des Motors auf an sich beliebige Teile in einen Zahnrämen eingreifen.

[0017] Das Spritzgußmaterial, aus dem wenigstens der Stator 4 und der Fassungskörper 5 gefertigt sind, kann auch Metallpulver und/oder Kunststoffpulver und/oder Glaspulver und/oder Gesteinspulver enthalten, um die gewünschten Materialeigenschaften sicherzustellen.

[0018] Das Spritzgußmaterial des Rotors 6, das, wie oben erläutert, eine thermoplastische Verbundwerkstoffmasse ist, weist einen Glasfaseranteil und/oder mineralischen Füllstoffanteil auf und bildet ein teilkristallines Polymer, das eine kristalline Phase mit regelmäß. Big Raum angeordneten Makromolekülen sowie eine amorphe Phase aus in einem ungeordneten Zustand befindlichen Makromolekülen besitzt. Zur Verdichtung dieser Struktur zeigt Fig. 6 den schematischen Querschnittsaufbau dieses Verbundwerkstoffes im Bereich der Wandung des Rotors 6. Danach ist für die überraschende gute Dauerstandsfestigkeit des Rotors 35 unter der Reibwirkung der Lamellen 3 des Oszillators die Schichtstruktur des Wandaufbaus entscheidend, die durch mehrere Schichten senkrecht zur Fließrichtung beim Spritzgießen des Materials gekennzeichnet ist, nämlich eine Randschicht 21 aus einem Polymer, einer Zwischenschicht 19, in der die Fasern aufgrund der malen Scherbeanspruchung während des Spritzgießens deutlich in Fließrichtung orientiert sind, und eine Mittelschicht 20, in der die Fasern vorzugsweise senkrecht zur Fließrichtung orientiert sind, so daß sie im Bereich der halben Rotorformfeldicke kaum einer Scherbeanspruchung ausgesetzt sind.

[0019] Aufgrund dieser Materialbeschaffenheit insbesondere des Rotors 6, aber auch des Stators 4 sowie des Formkörpers 5 wird eine wesentliche Verbesserung 50 der Funktionsfähigkeit sowie der Lebensdauer des piezoelektrischen Motors erreicht.

Patentsprüche

- Piezoelektrischer Motor, bestehend aus einem Stator mit an ihm angebrachten piezoelektrischen Oszillatoren, der mit einer Anordnung zur Spannungsbereitstellung in Verbindung steht und von einem

Fassungskörper abgedeckt ist, sowie aus einem Rotor, der mit dem Oszillatator in Reibschlußverbindung steht und dadurch von letzterem antreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß von den drei Teilen, nämlich Stator (4), Fassungskörper (5) und Rotor (6), wenigstens der Rotor (6) aus einer thermoplastischen Verbundwerkstoffmasse mit einem Glasfaseranteil und/oder mineralischen Füllstoffanteil besteht, die ein teilkristallines Polymer bildet, das eine kristalline Phase mit regelmäßig im Raum angeordneten Makromolekülen und eine amorphe Phase aus in einem ungeordneten Zustand befindlichen Makromolekülen aufweist, und im Spritzgußverfahren hergestellt ist.

ramik besteht und auf seiner äußeren Oberfläche mit Lamellen (3) versehen ist, deren Außenrand (7) im zusammengebaute Zustand des Motors mit der Innenwandoberfläche (8) des Rotors (6) in die Schwingungen des Oszillators (2) auf den Rotor (6) übertragender Berührung stehen.

2. Piezoelektrischer Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (4) und der Fassungskörper (5) aus Polyamid mit einem 20- bis 30%igen Glasfaseranteil bestehen und im Spritzgußverfahren hergestellt ist.

3. Piezoelektrischer Motor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundwerkstoffmasse des Rotors (6) auf der Basis von Polycaramid hergestellt ist und eine E-Modul von bis zu 23 GPa bei 20 °C, eine Biegefestigkeit bis zu 400 MPa bei 20 °C, einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, vergleichbar dem von Metallen, einen Elastizitätsmodul im Begeversuch von bis zu 7 GPa bei 140 °C und eine geringe Kriechneigung aufweist, letztere gekennzeichnet durch eine bleibende Verkürzung nach 1.000ständiger Belastung bei 50 MPa und 50 °C von unter 1 %.

4. Piezoelektrischer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwandoberfläche (8) des Rotors (6) beim Spritzgießen des Teils und/oder durch spätere mechanische Bearbeitung eine Struktur erhält, die eine wirksame Reibungskraft zwischen dem Rotor (6) und dem piezoelektrischen Oszillatator (2) entstehen läßt.

5. Piezoelektrischer Motor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwandstruktur aus einer Riffelung, Sägezähnung, Nutung, Lochung und dgl. besteht.

6. Piezoelektrischer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Material wenigstens einer der Teile, nämlich Stator (4), Fassungskörper (5) und Rotor (6), Metallpulver und/oder Kohlenstoffpulver und/oder Glaspulver und/oder Gesteinspulver enthält.

7. Piezoelektrischer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillatator (2) ringförmig ausgebildet ist und aus Piezoker-



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 9358

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen These	Bericht Anspruch	KLASSEFAKTION DER ANMELDUNG (Int.CI 8)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 016, no. 227 (E-1207), 26. Mai 1992 & JP 04 042787 A (CANON INC.), 13. Februar 1992 * Zusammenfassung * —	1	H01L41/09
X	EP 0 743 688 A (MATSHISHITA ELECTRIC IND CO LTD) 20. November 1996 * Spalte 4, Zeile 51-57 *	1	
X	EP 0 507 264 A (MATSHISHITA ELECTRIC IND CO LTD) 7. Oktober 1992 * Zusammenfassung *	1	
X	US 4 884 002 A (EUSEMANN ROLAND K ET AL) 28. November 1989 * Spalte 2, Zeile 49-61 * * Spalte 5, Zeile 64-68; Anspruch 6; Abbildung 3 *	1,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBETE (Int.CI 8)
			H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentsprüche erstellt			
Rechercherort	Abschlußdatum der Recherche	Name	
DEN HAAG	11. Februar 1999	Pelsers, L	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund D : rechtliche Grundlage P : Zwischenzitat			
T : der Erfindung zugängliche Haupt-Themen oder Grundsätze E : Erfindungsprinzipien, die jedoch erst an oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden sind D : in der Anmeldung angeführte Dokumente L : aus anderen Gründen angeführte Dokumente A : Magie der gleichen Patentschrift übereinstimmendes Dokument			
EP FORMA 1998-01 (EP/CB)			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 10 9358

in diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilie der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

11-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0743688	A	20-11-1996	JP 8317671 A CN 1140925 A US 5854528 A	29-11-1996 22-01-1997 29-12-1998
EP 0507264	A	07-10-1992	DE 69211880 D DE 69211880 T JP 5076189 A KR 9502401 B US 5446129 A US 5327040 A	08-08-1996 07-11-1996 26-03-1993 17-03-1995 05-09-1995 05-07-1994
US 4884002	A	28-11-1989	DE 3735623 A DE 3853760 D EP 0313130 A JP 1133580 A JP 2598490 B	03-05-1989 14-06-1995 26-04-1989 25-05-1989 09-04-1997

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

EUROPEAN PATENT-APPLICATION
EP 0 932 208 A1

APPLICANT:
CERA HANDELSGESELLSCHAFT mbH
D-87640 BLESSENHOFEN (DE)

INVENTOR:
LOH, WALTER
D-87600 KAUFBEUREN

REPRESENTATIVE:
KERN, WOLFGANG Dipl.-Ing.
PATENT-ATTORNEYS KERN, BREHM & PARTNER GbR
D-81369 MUENCHEN

(54) PIEZOELECTRIC MOTOR

(57) Piezoelectric motor, consisting of

- A stator with an attached piezoelectric oscillator connected to a power supply and covered with a holder
- As well as a rotor, which is connected with the oscillator by means of a frictional connection and is thereby driven by the latter (oscillator).

The task of the invention consists of further development of the known piezoelectric motor to improve the functionality and the life expectancy of same.

This is accomplished by means of having at least one of the three parts namely stator (4), holder (5) and rotor (6), however at least the rotor (6) manufactured as an injection molded part from a thermoplastic compound-material with glass-fiber content and/or mineral filler with the following characteristics:

The material forms a partially crystalline polymer, which contains a crystalline phase with regularly arranged macromolecules in space and an amorphous phase with randomly arranged macromolecules.

DESCRIPTION:

- (0001) The invention refers to a piezoelectric motor per the general description per claim 1.
- (0002) These types of piezoelectric motors are known as per DE 44 38 876 A1.
- (0003) (General description)
- (0004) (General description)
- (0005) (Material description)
- (0006) (General description)
- (0007) (General description)
- (0008) (General description)
- (0009) (Material related statements)
- (0010) (General description)
- (0011) (General description)

Fig.1: An isometric assembly drawing of the essential parts of the patentable piezoelectric motor prior to assembly.

Fig. 2: A schematic side-view of the assembled motor.

Fig. 3: A radial crosssection of the rotor.

Fig. 4: A radial crosssection of the holder.

Fig. 5: A radial crosssection of the stator of the patentable piezoelectric motor.

Fig. 6: Schematic crosssection of the compound-material at the rotor-wall.

- (0012) (General description)
- (0013) (General description plus material definitions)
- (0014) (General description plus material definitions)
- (0015) (General description)
- (0016) (General description)
- (0017) (Material additives definition)
- (0018) (General description)
- (0019) (General description)

PATENT CLAIMS:

1. Piezoelectric motor, consisting of
 - A stator with an attached piezoelectric oscillator connected to a power supply and covered with a holder
 - As well as a rotor, which is connected with the oscillator by means of a frictional connection and is thereby driven by the latter (oscillator).

(Claim 1 cont'd)

This is characterized by means of having at least one of the three parts namely stator (4), holder (5) and rotor (6), however at least the rotor (6) manufactured as an injection molded part from a thermoplastic compound-material with glass-fiber content and/or mineral filler with the following characteristics:

The material forms a partially crystalline polymer, which contains a crystalline phase with regularly arranged macromolecules in space and an amorphous phase with randomly arranged macromolecules.

2. Piezoelectric motor per claim No. 1, characterized by the fact that the stator (4) and the holder (5) are made from Polyamide with a 20 to 30 percent glass-fiber content and manufactured as an injection molded part.

3. Piezoelectric motor per claims No. 1 and 2, characterized by the fact that the compound-material of the rotor (6) is manufactured on the basis of Polyarylamid with an E-module of up to 23 GPa at 20° C, a bending strength of up to 400 Mpa at 20° C, a low thermal coefficient of expansion comparable to metal, an elasticity- module during bending-testing of up to 7 Gpa at 140° C and a low tendency for creep characterized by a permanent deformation after a 1,000 hour load of 50 Mpa at 50° C of less than 1%.

4. Piezoelectric motor per one of the claims No's. 1 through 3, characterized by the fact that the inside wall (8) of the rotor (6) has a structure, generated either during the injection molding process or through subsequent mechanical operations, which provides an effective frictional force between the rotor (6) and the piezoelectric oscillator (2).

5. Piezoelectric motor per claim No. 4, characterized by the fact that the internal wall- structure consists of ripples, saw-tooth's, grooves, holes or similar.

6. Piezoelectric motor per one of the claims No's. 1 through 5, characterized by the fact that the material of at least one of the parts, namely stator (4), holder (5) and rotor (6), contains metal-powder and/or carbon-powder and/or glass-powder and/or stone- (rock -) powder.

7. Piezoelectric motor per one of the claims No. 1 through 6, characterized by the fact that oscillator (2) is shaped circularly and is made from piezo-ceramic and the outer surface is equipped with plates (3). In the assembled stage of the motor, the outer edges (7) of the plates are in contact with the inside wall surface (8) of the rotor (6) and transmit the oscillations of the oscillator (2).

DESCRIPTION:

(0001) The invention refers to a piezoelectric motor per the general description per claim 1.

(0002) These types of piezoelectric motors are known as per DE 44 38 876 A1.

(0003) (General description)

(0004) (General description)

(0005) It has been shown that the contact-surface of the oscillator, which is made from piezo-ceramic of the highest mechanical quality, is covered with a thin layer of abrasion resistant material to achieve the desired frictional contact between the oscillator and the rotor-surface and to maintain it over a long period. By applying pressure between the rotor-surface and the oscillator surface, the points of the oscillator surface, moving in a closed circle, transmit torque to the rotor through friction, which in turn generates rotation. Even though the friction-surface is a ceramic-surface based on Al₂O₃ (Aluminum-Oxide) or a metal-layer from coarse Cr, Ni, W or their compounds with other elements to achieve a high abrasion-resistance and a high frictional coefficient, the achieved abrasion-resistance leaves a lot to be desired. At least they are not of such a nature that these motors can be considered to be long-term stable and/or wear-resistant.

(0006) The task of the invention consists of further development of the known piezoelectric motor to improve the functionality and the life expectancy.

(0007) This is accomplished by means of having at least one of the three parts namely stator (4), holder (5) and rotor (6), however at least the rotor (6) manufactured as an injection molded part from a thermoplastic compound-material with glass-fiber content and/or mineral filler with the following characteristics:

The material forms a partially crystalline polymer, which contains a crystalline phase with regularly arranged macromolecules in space and an amorphous phase with randomly arranged macromolecules.

(0008) (General description)

(0009) (Material related statements)

(0010) (General description)

(0011) (General description)

Fig.1: An isometric assembly drawing of the essential parts of the patentable piezoelectric motor prior to assembly.

Fig. 2: A schematic side-view of the assembled motor.

Fig. 3: A radial crosssection of the rotor.

Fig. 4: A radial crosssection of the holder.

Fig. 5: A radial crosssection of the stator of the patentable piezoelectric motor.

Fig. 6: Schematic crossection of the compound-material at the rotor-wall.

(0012) (General description)

(0013) The assembled parts, namely stator (4), oscillator (2) and holder (5) are then assembled with the rotor (6), which is also shaped to be cylindrical hollow part, as shown in figure 3. It is manufactured as an injection-molded part made from compound-material on the basis of polyarylamide with an E-module of up to 23 GPa at 20° C, a bending strength of up to 400 MPa at 20° C, a low thermal coefficient of expansion comparable to metal, an elasticity-module during bending-testing of up to 7 GPa at 140° C and a low tendency for creep characterized by a permanent deformation after a 1,000 hour load of 50 MPa at 50° C of less than 1%.

(0014) (General description plus material definitions)

(0015) (General description)

(0016) (General description)

(0017) The injection-molding material used for at least the stator (4) and the holder (5) may contain metal-powder and/or carbon-powder and/or glass-powder and/or stone- (rock -) powder to achieve the desired material characteristics.

(0018) (General description)

(0019) (General description)

PATENT CLAIMS:

1. Piezoelectric motor, consisting of

- A stator with an attached piezoelectric oscillator connected to a power supply and covered with a holder
- As well as a rotor, which is connected with the oscillator by means of a frictional connection and is thereby driven by the latter (oscillator).